BESTIMMUNGSTABELLE FÜR REZENTE UND FOSSILE CONIFERENHÖLZER NACH MIKROSKOPISCHEN MERKMALEN.

NACH ANGABEN IN DER LITERATUR ZUSAMMENGESTELLT

VON

E. J. SLYPER.

Einleitung.

Seit dem Anfang dieses Jahrhunderts ist eine grosse Zahl von Arbeiten über fossile und rezente Coniferenhölzer erschienen, worunter mehrere, die mehr oder weniger genaue und vollständige Bestimmungsschlüssel enthalten. Alle mir bekannte Tabellen sind jedoch, entweder veraltet, oder ungenau, oder sie umfassen nur einen Teil der bekannten Hölzer. Weil gerade in neuerer Zeit wichtige Arbeiten über dieses Thema veröffentlicht wurden, schien es mir erwünscht diese zusammenzufassen in einer Tabelle, die vielleicht von anderen Forschern als Ausgangspunkt für die sehr notwendigen eigenen Untersuchungen benutzt werden kann. Obwohl hier also keine Originalarbeit vorliegt, habe ich doch die Brauchbarkeit der verschiedenen Merkmale für die Determination an einer Anzahl von rezenten Präparaten geprüft, und die Richtigkeit der Tabelle durch die Bestimmung von etwa 15 rezenten Hölzern aus 13 Gattungen kontrolliert. Da die betreffende Literatur sehr zerstreut, und oft schwer zu bekommen ist, und ausserdem die Abbildungen der Unterscheidungsmerkmale öfters sehr mangelhaft sind oder sogar ganz fehlen, habe ich obendrein eine Anzahl grösstenteils neuer Abbildungen hinzugefügt. Nur zwei

Figuren, zu denen Präparate mir nicht zur Verfügung standen, sind der Literatur entnommen.

In die Literaturangabe sind nur diejenigen Arbeiten aufgenommen worden, die zu der Zusammenstellung der Tabelle benutzt wurden, für umfassendere Angaben sei auf diese Arbeiten, insbesondere auf Kräusel (17) verwiesen.

Weil die Anatomie des Coniferenholzes auch innerhalb der Grenzen der Art ziemlich starke Variationen aufweist, wird die Tabelle nicht immer zum erwünschten Resultat führen. Besonders das Vorkommen von Holzparenchymzellen kann sowohl innerhalb der Artgrenzen, als auch in den verschiedenen Teilen des Holzkörpers eines einzigen Individuums erheblich schwanken. Bezüglich dieses Merkmales widersprechen die verschiedenen Autoren einander dann auch wiederholt. Es ist daher sehr empfehlenswert, die üblichen drei Schnitte nicht nur aus verschiedenen Teilen des Holzes herzustellen, sondern möglichst auch sowohl altes als junges Holz und ausserdem den Markkörper zu berücksichtigen. Zudem kommt es regelmässig vor, dass entscheidende Holzmerkmale an oder nahe an den Jahresgrenzen liegen und hier nur sicher aufzufinden sind an Längsschnitten, welche in schräg tangentialer Richtung durch das Gebiet der Jahresgrenze geführt sind. Solche Schnitte enthalten in der Mitte die Jahresgrenze und seitlich die äusseren und inneren Teile des angrenzenden Früh- und Spätholzes. Traumatische Harzgänge und Markflecken können hier und da ziemlich häufig auftreten, man sei also auf das Vorkommen dieser pathologischen Bildungen vorbereitet.

Obwohl sie nicht zu den Coniferen gehört, ist doch Ginkgo biloba in die Tabelle aufgenommen, weil ihr Holzkörper manchmal dem der Coniferen zum Verwechseln ähnelt. Nicht in die Tabelle aufgenommen, sind die von Kräusel (17) auf S. 257 genannten „Hölzer, die mit keinem lebenden Typ verglichen werden können", weil ihre Stellung im

System noch zu unsicher ist. Ausserdem fehlen die folgenden Arten und Gattungen, über deren Holzanatomie keine Angaben in der Literatur gefunden wurden: Pseudotsuga glauca Mayr, — Forrestii Craib., — sinensis Dode.; Tetraclinis articulata Masters; Thuja sutchensis Franch., — koraiensis Nakai; Fokienia Henry et Thomas; Austrotaxus Compton; Acmopyle Pilger; Amentotaxus Pilger; Callitropsis Compton.

Um eine gewisse Einheit hinsichtlich der Nomenklatur zu erreichen, habe ich mich hinsichtlich der rezenten Arten an die dritte Auflage von Beissner-Fitschen (3) und hinsichtlich der fossilen Arten an die Monographie von Kräusel (17) gehalten.

Allen, die mir bei der Bearbeitung des Manuskriptes ihre wertvolle Hilfe zu Teil werden liessen, sage ich dafür an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank, besonders Herrn Hans Hirsch für die Korrektur der Übersetzung.

Tabelle.

1*a*. Araucarioide Tracheidentüpfelung. (Abb. 1).

> Tracheidenhoftüpfel ziemlich klein, abgeplattet, mit polygonalen, meistens sechseckigen Höfen, weil die Tüpfel öfters so gedrängt stehen, dass sie sich gegenseitig abplatten und die Pectinringe mit einander verschmelzen. Dieses Merkmal zeigen aber nicht alle Arten. Wenn die Tüpfel in zwei oder mehreren Reihen nebeneinander stehen, zeigen sie immer eine alternierende Stellung, gleichgültig ob sie einander berühren und eine polygonale Form aufweisen oder nicht. Sanio'sche Streifen fehlen immer.

Jahresringe manchmal undeutlich, Spiralverdickungen in den Tracheiden anwesend oder fehlend, keine Harzgänge, meistens keine Quertracheiden. Holzparenchym ist meistens nicht vorhanden und wird dann durch harzführende Tracheiden ersetzt. .

Kreuzungsfeldtüpfel,

d.h. die einseitig behöften Tüpfel zwischen den Tracheiden und den liegenden Markstrahlzellen; das Kreuzungsfeld wird von der Kreuzung der Markstrahlparenchymzellen und den Tracheiden im Radialschnitt gebildet,

zu 3 bis 11 pro Feld, mit öfters grossen und schräg-

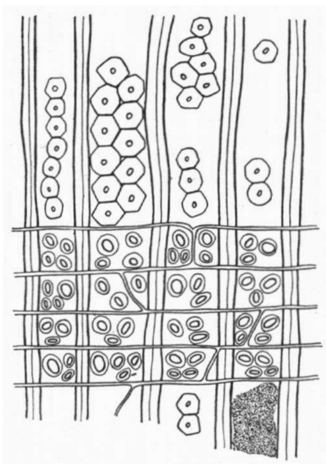


Abb. 1. Araucaria imbricata. Radialschnitt durch das Frühholz. Araucarioide Tüpfelung, Tracheide mit Harzfüllung.

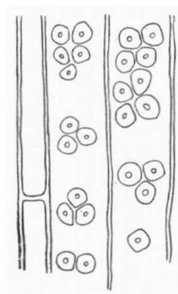


Abb. 2. Protocedroxylon transiens Eckh. Nach Gothan aus Eckhold (7). Radialschnitt. Sterngruppen von Tracheidenhoftüpfeln im Frühholz.

elliptischen Poren. Markstrahlen meistens nur eine Zellreihe breit, wenn zwei Zellreihen vorhanden sind, so ist doch deren totale Breite nie grösser, als die einer einzigen normalen Markstrahlzelle. Einige Arten zeigen zwischen den normalen dünnwandigen Markstrahlzellen solche mit sehr stark verdickten Wänden.

Araucaria Juss., **Agathis** Salisb., **Araucarioxylon** Kraus, **Dadoxylon** Endl.

1*b*. Holz aus Jura oder Kreide.

Übergangstypus zwischen araucarioider und abietoider Tracheidentüpfelung.

Im Frühholz gedrängte, alternierende araucarioide Tüpfelung, im Spätholz lockere nebeneinander stehende abietoide Tüpfelung, im ganzen Jahresringe zeigen die Tracheidenwände Sterngruppen von 2 bis 6 zusammenstehenden Tüpfeln. (Abb. 2).

Wenn im ganzen Jahresringe eine araucarioide Tüpfelung (Abb. 1) vorhanden ist, sind entweder vertikale Harzgänge, oder Quertracheiden vorhanden, oder die horizontalen und tangentialen Markstrahlzellwände zeigen Abietineentüpfelung (11*a* und Abb. 8), oder man findet nur sehr wenige Tüpfel pro Kreuzungsfeld. Diese Merkmale können aber auch beim normalen Übergangstypus vorhanden sein.

Genauere Angaben über diese Gruppe und Synonymie der Arten bei Eckhold (7) und Kräusel (17).

Protopinaceae .... 2.

1*c*. Abietoide Tracheidentüpfelung. (Abb. 10 und 14).

Tracheidenhoftüpfel grösser als bei den Araucariaceae, ganz oder nahezu rund; wenn auch hier und da eine geringe Abplattung vorhanden ist, so berühren doch die Tüpfel einander nie. Wenn die Tüpfelung zwei- oder mehrreihig ist, stehen die Tüpfel immer nebeneinander, nie alternierend. Sanio'sche Streifen sind immer vorhanden, aber nicht stets deutlich zu sehen.

Jahresringe nahezu immer deutlich; auf den Kreuzungsfeldern meistens weniger Tüpfel als bei den Araucariaceae; Schraubentracheiden, Harzgänge, Quertracheiden und Holzparenchym vorhanden oder fehlend.

Pinaceae .... 7.

2*a*. Horizontale und tangentiale Wände der Markstrahlzellen mit deutlicher Abietineentüpfelung (11*a* und Abb. 8). Meistens normale vertikale Harzgänge vorhanden; wenn diese fehlen, findet man sehr viel Holz-

parenchym in der Nähe der Jahresgrenzen und es stehen pro Kreuzungsfeld (1*a*) mehrere kleine Hoftüpfel, die weder cupressoid (32*a* und Abb. 11) noch podocarpoid (32*e* und Abb. 14.) sind. Horizontale Harzgänge nur traumatisch vorhanden. Quertracheiden fehlen .... 3.

2*b*. Horizontale und tangentiale Wände der Markstrahlzellen entweder ganz glatt, oder mit Juniperustüpfelung (33*a* und Abb. 11.). Kreuzungsfeldtüpfel cupressoid (32*a* und Abb. 11.) oder podocarpoid (32*e* und Abb. 14.) Keine Harzgänge. Kein oder wenig Holzparenchym.. 5.

3*a*. Verticale Harzgänge normal vorhanden, horizontale nur traumatisch. Holzparenchym fehlt .... 4.

3*b*. Harzgänge nur traumatisch vorhanden. Kreuzungsfeldtüpfel klein und mehrere je Feld. Viel Holzparenchym in der Nähe der Jahresgrenzen. Markstrahlen bis 30 Zellen hoch und 1 bis 2 Zellreihen breit.
Protocedroxylon Eckhold.

4*a*. Kreuzungsfeldtüpfel mit grossen Eiporen. (Abb. 7)
Protopinoxylon Eckhold.

4*b*. Kreuzungsfeldtüpfel normal, keine Eiporen. (Abb. 8.)
Protopiceoxylon Eckhold.

5*a*. Markstrahlzellwände ganz glatt .... 6.

5*b*. Markstrahlzellwände mit Juniperustüpfelung. (33*a* und Abb. 11.) Kreuzungsfeldtüpfel cupressoid. (32*a* und Abb. 11.). Nur selten Holzparenchym vorhanden.
Protojuniperoxylon Eckhold.

6*a*. Kreuzungsfeldtüpfel cupressoid. (32*a* und Abb. 11 und 15). Bisweilen Holzparenchym vorhanden.
Protocupressinoxylon Eckhold.

6*b*. Kreuzungsfeldtüpfel podocarpoid. (32e und Abb. 14). Holzparenchym nur selten vorhanden.
Protopodocarpoxylon Eckhold.

7*a*. Alle Tracheiden zeigen spiralige Verdickung, nur im

äussersten Spätholz kann sie bisweilen fehlen. Keine Harzgänge, keine Quertracheiden. Markstrahlen nur eine Zellreihe breit. **Taxaceae** .... 8.

7*b*. Tracheiden ohne Spiralverdickung aber öfters mit spiralig gestreiften Wänden (Abb. 6), oder mit Spiralverdickung, dann sind aber immer Harzgänge vorhanden. Quertracheiden und Harzgänge vorhanden oder fehlend. Markstrahlen ohne Harzgänge, ein oder zwei Zellreihen breit .... 11.

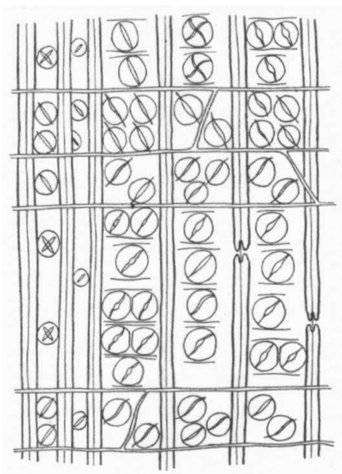


Abb. 3. Ginkgo biloba L. Radialschnitt im Bereich einer Jahresgrenze.

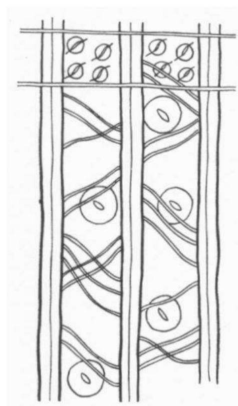


Abb. 4. Torreya spec. Radialschnitt durch das Frühholz. Spiralige Verdickungen der Tracheidenwände gruppenweise angeordnet. Kreuzungsfeldtüpfel mit lang ausgezogenen Poren.

7*c*. Tracheiden ohne Spiralverdickung, keine Harzgänge. Holz mit schizogenen Röhren oder Schläuchen, die Kristalle von Calciumoxalat enthalten. Diese Röhren sind jedoch nicht immer vorhanden.

Hoftüpfel auf den radialen Tracheidenwänden öfters in zwei oder drei Reihen nebeneinander stehend, mit sehr

deutlichen Sanio'schen Streifen. Die tangentialen Tracheidenwände zeigen ebenfalls Hoftüpfel. Markstrahlzellwände sehr dünn, ganz glatt, horizontale und tangentiale Wände nicht getüpfelt. (Abb. 3). Kreuzungsfeldtüpfel mit lang-ausgezogenen, schmalen, schräg stehenden Poren, bisweilen ein wenig cupressoid (32*a* und Abb. 11), 1 bis 6 pro Kreuzungsfeld, Markstrahlen meistens nur eine Zellreihe breit und 1 bis 15, gewöhnlich aber nur 1 bis 5 Zellen hoch. Markstrahlzellen bisweilen in tangentialer Richtung ein wenig aufgeblasen. Im Astholz kein Holzparenchym vorhanden, im Stammholz nur hier und da, und dann häufig in radialen Bändern. Im Markkörper Harzgänge.

Keine Conifere. **Ginkgo biloba** L.

8*a*. Verdickungsleisten an den Tracheiden des Frühholzes zu 2 bis 4 gruppiert. (Abb. 4). Im Markkörper Sklerenchymzellen vorhanden und Harzgänge fehlend. **Torreya** .... 9.

8*b*. Verdickungsleisten an den Tracheiden in nahezu gleichen Abständen voneinander (Abb. 5), nicht gruppenweise, nur in seltenen Einzelfällen zu 2 oder 3 gruppiert. Markstrahlen 1 bis 3, selten 4 bis 10 und mehr Zellen hoch. Im Markkörper keine Sklerenchymzellen, ein Harzgang kann vorhanden sein oder fehlen .... 10.

9*a*. Tracheidenhoftüpfel abgeplattet wie bei Araucaria, auch auf den tangentialen Tracheidenwänden vorhanden. Die Spiralen bilden mit den Tracheidenwänden einen Winkel von etwa 50°

Torreya californica Torrey.

9*b*. Tracheidenhoftüpfel nicht abgeplattet, auf den tangentialen Tracheidenwänden fehlend. Die Spiralen bilden mit den Tracheidenwänden einen Winkel von etwa 70°. **Torreya nucifera** Sieb. et Zucc., — **grandis** Fortune, — **taxifolia** Arnott.

10*a*. Im Markkörper ist kein Harzgang vorhanden. Occidentale Arten mit wenig oder keinem, orientale mit viel

Holzparenchym. Bei verschiedenen Arten ist das Lumen der Tracheiden im Querschnitt sehr eng und besonders im Spätholz fast unsichtbar, im Frühholz dieser Arten hat das Lumen der Tracheiden, in radialer Richtung gemessen, eine Weite, die das Doppelte der Dicke der Tracheidenwand nicht überschreitet. Markstrahlen 1 bis 25, öfters nur 1 bis 4 Zellen hoch.

Taxus L., **Taxoxylon** Kraus.

10*b*. Im Markkörper ist ein Harzgang vorhanden. Öfters viel Holzparenchym. Lumen der Tracheiden meistens ziemlich weit, in radialer Richtung gemessen beträgt die Weite etwa das Vierfache der Dicke der Tracheidenwand. Wenn der Markkörper fehlt, sehr schwer von Taxus zu unterscheiden.

Cephalotaxus Sieb. et Zucc.

11*a*. Markstrahlzellwände mit Abietineentüpfelung. (Abb. 7 und 8).

Markstrahlzellwände in allen drei Richtungen stark getüpfelt. Die Tüpfel sind meistens kreisrund, bisweilen oval. Die Tüpfelung der Markstrahlquerwände kann bei einigen Arten sehr schwach ausgebildet sein, dann aber sind doch immer die tangentialen Wände stark getüpfelt. Nur bei den Pinus-Arten mit grossen Eiporen auf den Kreuzungsfeldern sind die Wände glatt, oder nahezu glatt (Abb. 7), dann sind aber Harzgänge mit dünnwandigem Harzgangepithel vorhanden. Wenn die Abietineentüpfelung nicht deutlich ausgebildet ist, so kann das Vorhandensein von Quertracheiden, mit oder ohne Holzparenchym, das Vorkommen von Harzgängen, oder das Fehlen von Holzparenchym einen Hinweis bieten, dass trotzdem eine Art aus der Abieteengruppe vorliegt. Vergl. aber auch die, unter 11*b* genannte Cupresseae, die ebenfalls Quertracheiden aufweisen oder kein Holzparenchym besitzen.

Holzparenchym meist fehlend, wenn vorhanden, öfters in der Nähe der Jahresgrenzen gelegen, dann sind aber auch immer Quertracheiden vorhanden. Harzgänge und Quertracheiden sind vorhanden oder

fehlen. Meistens ziemlich viel hohe Markstrahlen, die Höhe schwankt zwischen 1 und 40 Zellen, meistenteils sind aber die Markstrahlen 3 bis 15 Zellen hoch, 1 bis 2 Zellen hohe Markstrahlen sind nur sehr spärlich vorhanden. **Abieteae** .... 12.

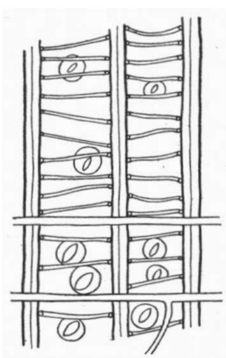


Abb. 5. Taxus spec. Radialschnitt durch das Frühholz. Spiraltracheiden.

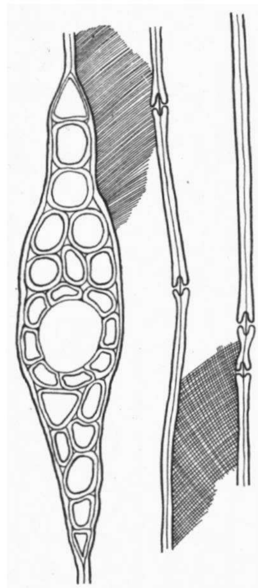


Abb. 6. Picea obovata. Tangentialschnitt durch das Folgeholz. Markstrahl mit horizontalem Harzgang und dickwandigem Harzgangepithel. Spiralstreifung der Tracheidenwände.

11*b*. Markstrahlzellwände ohne Abietineentüpfelung.

Entweder zeigen die Querwände der liegenden Markstrahlzellen spärliche und kleine Tüpfel (1 bis 2 pro Zellwand) und die tangentialen Wände sind verdickt und mit 1 bis 4 Tüpfeln pro Zellwand versehen (Juniperustüpfelung, 33*a* und Abb. 11), oder nur die Querwände sind getüpfelt und die tangentialen Wände glatt (Abb. 18), oder es sind beide Wände glatt oder nur mit äusserst

spärlichen Tüpfeln versehen. (Abb. 14 und 15). Wenn ausnahmsweise Abietineentüpfelung vorliegt, dann zeigen die Kreuzungsfelder sehr typische cupressoide (32*a* und Abb. 11) Tüpfelung.

Holzparenchym fehlt nur selten, nahezu immer ausgiebig vorhanden und diffus über den ganzen Jahresring zerstreut.

Das Holzparenchym fehlt öfters bei: Sciadopitys verticillata Sieb. et Zucc., Phyllocladus rhomboidalis Rich., Microcachrys tetragona Hook., Dacrydium Franklinii Hook.

Normale Quertracheiden sind meistens nicht vorhanden, alle Gattungen aber können sie ausnahmsweise besitzen. Traumatische Quertracheiden können bei allen Gattungen vorkommen.

Normale Quertracheiden sind öfters vorhanden bei: Chamaecyparis-Arten (besonders Ch. nutkaensis Spach.), Thuja-Arten (besonders Thuja occidentalis L. und — gigantea Nutt.), Callitris-Arten, Juniperus communis var. montana Ait.

Markstrahlen etwa 1 bis 25 Zellen, meistens nur 1 bis 8 Zellen hoch. Sehr viele Markstrahlen sind nur 1 bis 2 Zellen hoch. Markkörper immer sehr klein. **Cupresseae, Taxodieae** .... 32.

12*a*. Harzgänge vorhanden. Quertracheiden fast immer vorhanden. Markstrahlen ein oder mehrere Zellreihen breit .... 13.

12*b*. Harzgänge fehlend, nur traumatisch vorhanden. Quertracheiden vorhanden oder fehlend. Markstrahlen meistens nur eine Zellreihe breit, bisweilen aber zwei .... 29.

13*a*. Harzgangepithel dickwandig und verholzt (Abb. 6).

Wenn ausnahmsweise dünnwandig (bisweilen bei Pseudotsuga macrocarpa Mayr), dann findet sich Spiralverdickung im ganzen Jahresringe und auch in den Quertracheiden.

Kreuzungsfeldtüpfel stets mit deutlichem Hof

(Abb. 8), keine Eiporen. Nur im Frühholz der Arten mit reichlichem Holzparenchym sieht man bisweilen kleine und undeutliche Eiporen. Quertracheiden ohne, oder mit nur kleinen Zacken vorhanden, nur bei fossilen Hölzern aus der Kreide mit Spiralverdickung im Spätholz fehlen sie. Spiralverdickung im ganzen Jahrringe oder nur im Spätholz (Abb. 8). Holzparenchym vorhanden und meistens (mit Ausnahme von Picea) nur in der Nähe der Jahresgrenzen .... 25.

13*b*. Harzgangepithel dünnwandig, nur selten etwas dickwandiger und wenig oder gar nicht verholzt. Wenigstens im Frühholz, alle Kreuzungsfeldtüpfel eiporig (Abb. 7). Quertracheiden mit oder ohne Zacken vorhanden, sie fehlen nur bei drei fossilen Arten aus der Kreide. Keine Spiralverdickungen in den Tracheiden, wenn sie ausnahmsweise vorhanden sind, dann nie im Frühholz. Holzparenchym fehlt, und ist nur ausnahmsweise, aber nie nur in der Nähe der Jahresgrenzen vorhanden. Die Abietineentüpfelung ist nur bei den Arten mit kleinen Eiporen deutlich ausgebildet. **Pinoxylon** Gothan, **Pinus** L. .... 14.

14*a*. Quertracheiden an der Aussenseite der liegenden Marktstrahlzellen vorhanden .... 15.

14*b*. Quertracheiden zwischen den liegenden Markstrahlzellen vorhanden....... **Pinus canariensis** Smith.

14*c*. Quertracheiden fehlen. Fossiles Holz aus der Kreide. **Pinus Nathorsti** Conwentz, — **scituatensiformis** Bailey, **Pityoxylon infracretaceum** Fliche. Siehe Kräusel (17) S. 254.

14*d*. Eine Anzahl von Markstrahlzellen ist in tangentialer Richtung eigentümlich aufgeblasen.

Pinus flexilis James.

15*a*. Eiporen auf den Kreuzungsfeldern im Frühholz gross und meistens nur 1 bis 2 (ausnahmsweise 3) pro Feld (Abb. 7). Abietineentüpfelung nicht oder nur schwach

vorhanden. Wände der Quertracheiden mit oder ohne Zacken. . . . . 16.

15*b*. Eiporen auf den Kreuzungsfeldern im Frühholz nicht so gross, 2 bis 6 pro Kreuzungsfeld. Abietineentüpfelung stärker als bei 15*a*. Wände der Quertracheiden nahezu immer mit Zacken (Abb. 7). Tüpfel auf den tangentialen Tracheidenwänden fehlen meistens. 18.

15*c*. Eiporen auf den Kreuzungsfeldern im Frühholz sehr klein, nahezu wie bei Picea (Abb. 8). Abietineentüpfelung (11*a*) deutlich ausgebildet. Wände der Quertracheiden nahezu immer glatt. Tangentiale Wände der Tracheiden meistens mit Hoftüpfeln versehen. Harzgangepithel dickwandiger wie bei 15*a* und *b*. 24.

16*a*. Wände der Quertracheiden mit Zacken (Abb. 7). Keine Tüpfel auf den tangentialen Tracheidenwänden. **Pinus** Sect. **Eupitys** Fitschen, Sect. **Banksia** Mayr. p.p.

16*b*. Wände der Quertracheiden mit sehr kleinen Zacken. **Pinus** Sect. **Khasya** Mayr.

16*c*. Wände der Quertracheiden ohne Zacken. Zahlreiche Tüpfel auf den tangentialen Tracheidenwänden. 17.

17*a*. Hoftüpfel auf den Tracheidenwänden in ein oder zwei Reihen nebeneinander stehend. **Pinus Lambertiana** Dougl., — **pinea** L., **Pityoxylon pineoides** Kraus.

17*b*. Hoftüpfel auf den Tracheidenwänden nur in eine Reihe. . . . . **Pinus** Sect. **Cembra** Parlatore.

18*a*. Wände der Quertracheiden mit sehr starken Zacken, ungefähr wie bei 16*a* . . . . 19.

18*b*. Wände der Quertracheiden mit schwächer ausgebildeten Zacken als bei 16*a*. Auf den tangentialen Tracheidenwänden fehlen die Hoftüpfel fast immer. 23.

19*a*. Spiralverdickungen in den Spätholztracheiden. . 20.

19*b*. Spiralverdickungen fehlen . . . . 21.

20*a*. Hoftüpfel auf den Tracheidenwänden in ein oder zwei Reihen nebeneinander. . . . . **Pinus Taeda** L.

20b. Hoftüpfel auf den Tracheidenwänden nur in einer Reihe .... **Pinus attenuata** Lemm.

21a. Hoftüpfel auf den Tracheidenwänden in ein oder zwei Reihen nebeneinander .... 22.

21b. Hoftüpfel auf den Tracheidenwänden nur in einer Reihe. **Pinus** Sect. **Taeda** Spach. p.p., Sect. **Banksia** Mayr. max. part.

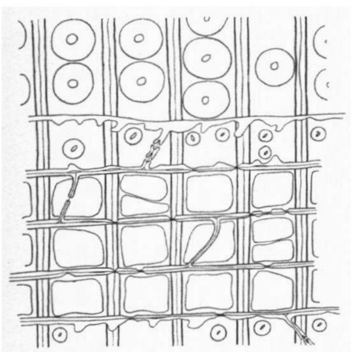


Abb. 7. Pinus laricio. Radialschnitt durch das Frühholz. Quertracheiden mit Zacken. Grosse Eiporen auf den Kreuzungsfeldern; abietoide Tüpfelung der Tracheidenwände, schwach ausgebildete abietineentüpfelung der Markstrahlzellwände.

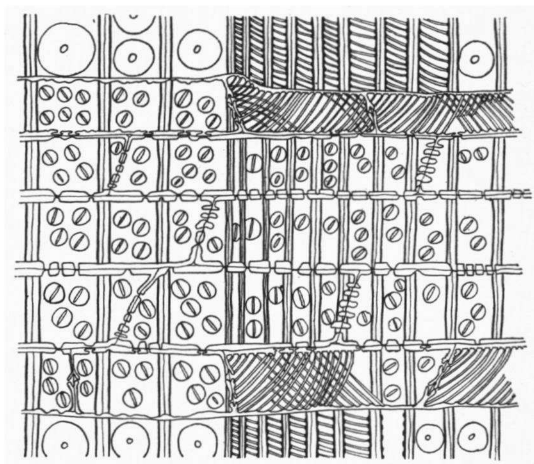


Abb. 8. Picea obovata. Radialschnitt durch ziemlich altes Holz im Bereich einer Jahresgrenze. Quertracheiden mit spiraligen Verdickungen und kleinen Zacken. Abietineentüpfelung, piceoide Kreuzungsfeldtüpfel. Spiralverdickung in den Spätholztracheiden.

22a. Starke Abietineentüpfelung (11*a* und Abb. 8).
Pinus occidentalis Swartz.

22b. Abietineentüpfelung wenig deutlich. **Pinus virginiana** var. **clausa** Vasey., — **Sabiniana** Dougl., — **palustris** Mill.

23a. Wände der liegenden Markstrahlzellen hier und da plötzlich verdickt. **Pinus** Sect. **Pseudostrobus** Endl.

23b. Wände der liegenden Markstrahlzellen ohne diese Verdickungen. **Pinus** Sect. **Taeda** Spach. min. part.
Sect. **Banksia** Mayr. min. part.

24a. Spiralverdickungen in den Quertracheiden. (Abb. 8).
Pinus Balfouriana Jeffrey., — **ayacahuite** Ehrenb.

24b. Keine Spiralverdickungen in den Quertracheiden.
Pinus Sect. **Paracembra** Koehne.

25a. Im Markkörper sind Sklerenchymzellen vorhanden, entweder vereinzelt, oder zu Nestern oder Platten vereinigt. (Abb. 9). Spiralverdickungen in den Tracheiden entweder im ganzen Jahrringe vorhanden, oder nur im Folge- und Spätholz, dann aber sind Quertracheiden mit Zacken und spiraligen Verdickungen vorhanden, und kein oder sehr wenig Holzparenchym (Abb. 8). Spiralverdickungen in den Quertracheiden vorhanden oder fehlend...................... 26.

25b. Im Markkörper keine Sklerenchymzellen vorhanden. Keine oder wenig Spiralverdickungen in den Tracheiden, und niemals im Frühholz. Beim Vorhandensein der spiraligen Streifung (Abb. 6) fehlt die Spiralverdickung. Quertracheiden ohne Spiralverdickung und mit nur sehr kleinen Zacken, nur ausnahmsweise mit grösseren. Sehr viel Holzparenchym, nicht nur in der Nähe der Jahresgrenzen, sondern im ganzen Spätholz, und spärlich auch im Frühholz. Horizontale Harzgänge im alten Holze nicht exzentrisch.
Larix Miller, **Piceoxylon laricinum** Kräusel, **Pinites Pachtanus** Mercklin.

26a. Im Markkörper liegen zwischen dünnwandigen rechteckigen Parenchymzellen, flache Platten oder Nester von sklerenchymatisch verdickten Zellen (Abb. 9). Kein oder wenig Holzparenchym in der Nähe der Jahresgrenzen. Quertracheiden meistens mit gut aus-

gebildeten Zacken und spiraligen Verdickungen (Abb. 8). Bei den meisten Arten kommt Spiralverdickung der Tracheidenwänden nur im Folge- und Spätholz vor. Horizontale Harzgänge im alten Holze nicht exzentrisch. **Picea** Dietrich.................. 27.

26b. Im Markkörper liegen zwischen dünnwandigen Parenchymzellen die Sklerenchymzellen vereinzelt oder zu zweien, Platten oder Nester von Sklerenchymzellen fehlen. Holzparenchym ist immer, sei es auch oft sehr spärlich, in der Nähe der Jahresgrenzen vorhanden. Spiralverdickungen der Tracheidenwände sind im ganzen Jahresringe vorhanden. Horizontale Harzgänge sind im alten Holze bisweilen auffällig exzentrisch in den Markstrahlen gelagert. **Pseudotsuga** Carr.. 28.

27a. Quertracheiden fehlen. Spiralverdickungen der Tracheidenwände nur im Spätholz vorhanden. Fossiles Holz aus der Kreide. **Pityoxylon foliosum** Holden, **Pityoxylon scituatense** Jeffrey and Chrysler, **Piceoxylon antiquius** Gothan. Siehe Kräusel (17) S. 254.

27b. Quertracheiden vorhanden. Spiralverdickungen auf den Tracheiden- und Quertracheidenwänden im ganzen Jahresringe vorhanden. **Picea falcata** Valck. Suring., — **Maximowiczii** Regel, — **likiangensis** Pritzel. Vielleicht auch noch einige andere Picea-Arten.

27c. Quertracheiden vorhanden. In den jüngsten Jahresringen Spiralverdickungen auf den Tracheidenwänden des Folge- und Spätholzes, in den älteren Jahresringen nur im Spätholz vorhanden (Abb. 8).

Picea Dietrich., **Piceoxylon** Gothan.

28a. Quertracheiden mit Spiralverdickungen. Harzgangepithel normal. Markstrahlen ohne Harzgänge 1 bis 2 Zellreihen breit. **Pseudotsuga macrocarpa** Mayr., **Pseudotsuga japonica** Beissner., **Piceoxylon macrocarpum** Kräusel.

28b. Keine Spiralverdickungen in den Quertracheiden. Im Querschnitt dehnt das Harzgangepithel sich bisweilen ein wenig flügelartig in tangentialer Richtung aus. **Pseudotsuga taxifolia** Britton, — **Wilsoniana** Hayata, **Piceoxylon pseudotsugae** Gothan.

29a. Quertracheiden vorhanden. Markkörper ohne Skleren-

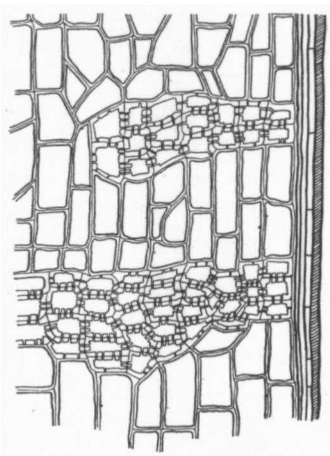


Abb. 9. Picea polita. Radialschnitt durch dem Markkörper eines vierjährigen Astes. Platten von Sklerenchymzellen.

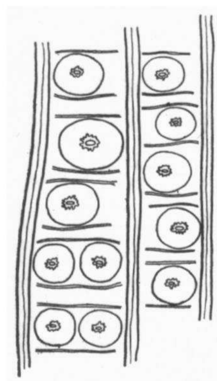


Abb. 10. Cedrus spec. Radialschnitt durch das Frühholz. Abietoide Tracheidentüpfelung, mit Sanio'schen Streifen. Tori mit unregelmässigem Umriss.

chymzellen. Holzparenchym vorhanden in den Nähe der Jahresgrenzen, wenn es zerstreut vorkommt, dann sind im Frühholz keine Eiporen vorhanden und die Zellen des Markkörpers sind von ungleicher Grösse .... 30.

29b. Quertracheiden und Holzparenchym meistens fehlend, das Holzparenchym kann aber sehr spärlich vorhanden sein, kommen jedoch Quertracheiden vor, so ist das Holzparenchym in grossen Anhäufungen vorhanden. Der Markkörper besteht entweder aus mehr oder

weniger dünnwandigen, in der Längsrichtung ausgezogenen Parenchymzellen, mit flachen Platten oder Nestern von Sklerenchymzellen dazwischen wie bei Picea (Abb. 9), oder nur aus Parenchymzellen, dann finden sich jedoch zwei verschiedene Arten dieser Zellen, lang ausgezogene und sehr kurze und flache 31.

30*a*. Tori der Hoftüpfel auf den Tracheidenwänden mit unregelmässigem Umriss. (Abb. 10). Holzparenchym nur in der Nähe der Jahresgrenzen. Öfters zeigt sich eine starke Tendenz zur Bildung von Eiporen auf den Kreuzungsfeldern des Frühholzes. Markstrahlen häufig zwei oder drei Zellreihen breit. Zellen des Markkörpers in der Länge ausgezogen, alle von nahezu der gleichen Grösse und Form.

Cedrus Link, **Cedroxylon** Gothan.

30*b*. Tori der Hoftüpfel auf den Tracheidenwänden mit glattem Umriss. Holzparenchym meistenteils in der Nähe der Jahresgrenzen, bei manchen Arten ist es jedoch über den ganzen Jahresringe zerstreut vorhanden. Nahezu keine Tendenz zur Bildung von Eiporen auf den Kreuzungsfeldern. Markstrahlen meistens nur eine, ganz vereinzelt zwei Zellreihen breit. Zellen des Markkörpers in zwei verschiedenen Typen vertreten, lange und kürzere. Der Unterschied ist aber bei weitem nicht so gross wie bei Pseudolarix, denn die kürzeren Zellen sind immerhin noch einige Male länger als breit .... **Tsuga** Carr.

31*a*. Zellen des Markkörpers nur parenchymatisch, teils in die Länge gezogen, teils sehr kurz und flach. Ein wenig Holzparenchym ist in der Nähe der Jahresgrenzen vorhanden. Quertracheiden fehlen. Es zeigt sich eine starke Tendenz zur Bildung von Eiporen auf den Kreuzungsfeldern des Frühholzes und zur Bildung von traumatischen Harzgängen.

Pseudolarix Kaempferi Gordon.

31*b*. Der Markkörper besteht aus mehr oder weniger dünnwandigen Parenchymzellen mit flachen Platten oder Nestern von Sklerenchymzellen dazwischen wie bei Picea (Abb. 9). Holzparenchym nicht oder nur spärlich vorhanden. Quertracheiden fehlen. Keine Tendenz zur Bildung von Eiporen auf den Kreuzungsfeldern.
Abies Tournef., **Keteleeria** Carr.

Abies firma Sieb. et Zucc. zeigt, besonders im Spätholz eine starke Tendenz zur Bildung von Markflecken und traumatischen, mit dickwandigem Epithel versehenen Harzgängen. Nach Kanehira (16) treten bei Keteleeria Davidiana Beissner normale Harzgänge und Spiralverdickungen in den Spätholztracheiden auf.

31*c*. Wie 31*b*, aber öfters Quertracheiden vorhanden und sehr starke Anhäufungen von Holzparenchym, das bisweilen aber nur spärlich vorhanden sein kann. **Abies spectabilis** Spach, — **balsamea** Miller, — **alba** Miller, — **homolepis** Sieb. et Zucc., — **Veitchii** Lindl.

32*a*. Kreuzungsfeldtüpfel cupressoid (Abb. 11, 15, 18).

Die Poren der Kreuzungsfeldtüpfel sind im Spätholz schmal-, im Sommer- und Frühholz breit-elliptisch und stehen desto horizontaler, je typischer cupressoid das Frühholz gebaut ist.

Ganz vereinzelt zeigt sich eine Tendenz zur Bildung von taxodioiden Kreuzungsfeldtüpfeln (32*c*), zum Beispiel bei Cryptomeria .... 33.

32*b*. Kreuzungsfeldtüpfel hier und da dem cupressoiden Typus sehr ähnlich, meistens aber zeigen sie lang ausgezogene, sehr schmale Poren, die sowohl im Früh-, wie im Spätholz einen Winkel von etwa 45° mit den Tracheidenwänden bilden, bisweilen aber eine mehr horizontale Stellung zeigen. 1 bis 6 Tüpfel pro Kreuzungsfeld (Abb. 3). Wände der liegenden Markstrahlzellen auffallend dünn. Horizontale und tangentiale

Markstrahlzellwände ganz glatt, ohne irgendwelche Tüpfelung.

Hoftüpfel auf den radialen Tracheidenwänden öfters in zwei bis drei Reihen nebeneinander, mit sehr deutlichen Sanio'schen Streifen. Tangentiale Tracheidenwände ebenfalls mit Hoftüpfeln versehen. Markstrahlen meistens nur eine Zellreihe breit und 1 bis 15, gewöhnlich nur 1 bis 5 Zellen hoch. Markstrahlzellen bisweilen ein wenig in tangentialer Richtung aufgeblasen. Im Astholz kein Holzparenchym vorhanden, im Stammholz hier und da, und dann meistens in radialen Bändern auftretend. Bisweilen treten im Holze schizogene Röhren und Schläuche mit Calciumoxalatkristallen auf, doch fehlen diese sehr oft. Im Markkörper Harzgänge vorhanden.

Keine Conifere. **Ginkgo biloba L.**

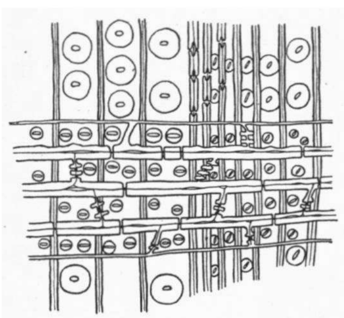


Abb. 11. Juniperus spec. Radialschnitt im Bereich einer Jahresgrenze. Typisch cupressoide Kreuzungsfeldtüpfelung; verdickte Markstrahlzellwände mit Juniperustüpfelung.

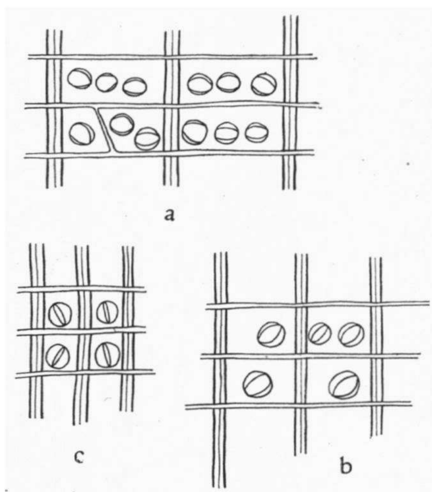


Abb. 12. Sequoia sempervirens Endl. Radialschnitte:
a. durch das äusserste Frühholz,
b. durch das Folgeholz,
c. durch das Spätholz.
Taxodioide Tüpfelung.

32*c*. Kreuzungsfeldtüpfel taxodioid. (Abb. 12).

Im Spätholz typisch cupressoide Tüpfel mit ziemlich schmalen schräg stehenden Poren. Im Folgeholz wird der Hof allmählich kleiner, die Pore grösser, bis im Frühholz nahezu vollständige Eiporen vorhanden sind. Zur Bildung von reinen Eiporen kommt es aber nie. Die Tendenz zur Horizontalität ist bei den Frühholzporen unverkennbar. Manchmal 6 Tüpfel pro Kreuzungsfeld......... 48.

32*d*. Kreuzungsfeldtüpfel glyptostroboid. (Abb. 13).

Im Spätholz typisch cupressoide Tüpfel mit schmalen schräg stehenden Poren. Im Folgeholz wird, genau wie bei der taxodioiden Tüpfelung die Pore allmählich grösser bis im Frühholz wenigstens eine Anzahl vollständiger Eiporen gebildet wird, wovon meistens mehrere pro Kreuzungsfeld stehen.......................... 50.

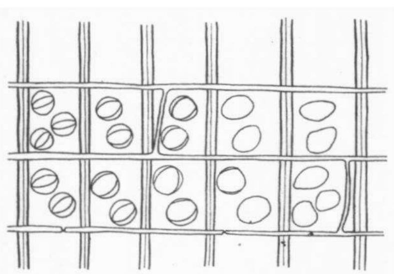


Abb. 13. Glyptostrobus pensilis K. Koch. Radialschnitt durch das Früh- und Folgeholz eines jungen Astes. Glyptostroboide Kreuzungsfeldtüpfelung.

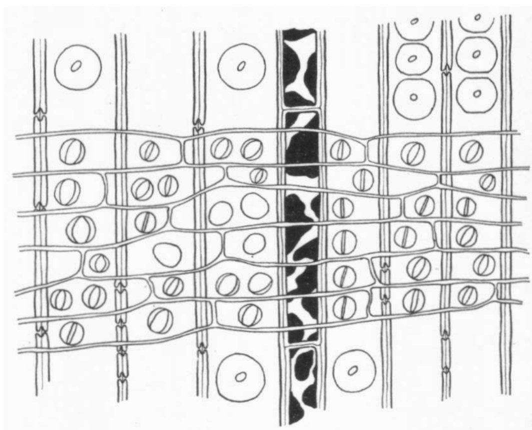


Abb. 14. Podocarpus Beccari. Radialschnitt im Bereich einer Jahresgrenze, die von der mit Harz gefüllten Holzparenchymzellenreihe gebildet wird. Einige Hoftüpfel ein wenig abgeplattet. Podocarpoide Kreuzungsfeldtüpfelung.

32*e*. Kreuzungsfeldtüpfel podocarpoid (Abb. 14).

Im Spätholz sind die Poren schmal-elliptisch, bisweilen nahezu linienförmig, und mit starker Tendenz zur verticalen Stellung. Auch bei den erweiterten Poren im Folgeholz ist diese Tendenz zur verticalen Stellung unverkenn-

bar. Bisweilen werden im Frühholz vollständige Eiporen gebildet, aber es finden sich immer nur eins oder zwei pro Kreuzungsfeld .... 51.

33*a*. Wände der liegenden Markstrahlzellen mit Juniperustüpfelung (Abb. 11).

Markstrahlquerwände sehr spärlich getüpfelt, ein oder zwei Tüpfel pro Zellwand. Die kurzen, öfters verdickten tangentialen Wände zeigen meistens nicht mehr als 4 Tüpfel pro Zellwand.

Quertracheiden fehlen, mit Ausnahme von Juniperus communis var. montana Ait.

Juniperoxylon Kräusel .... 34.

33*b*. Tangentiale Wände der liegenden Markstrahlzellen mit wenigen oder ganz ohne Tüpfel, glatt. Querwände bisweilen stark getüpfelt (Abb. 18), meistens aber ohne Tüpfel und glatt (Abb. 15). Quertracheiden vorhanden oder fehlend...................... 37.

33*c*. Bei den, mehr als eine Zelle hohen Markstrahlen sind die tangentialen Wände glatt, ohne irgendwelche Tüpfelung, die Querwände aber zeigen eine starke abietineenartige (11*a* und Abb. 8) Tüpfelung. Kreuzungsfeldtüpfel klein, nicht typisch cupressoid, sie zeigen einen mehr podocarpoiden (32*e* und Abb. 14) Typus, 2 oder 3 pro Feld. Markkörper mit vielen rechteckigen bis runden dünnwandigen Parenchymzellen, manche von ihnen sind breiter als hoch.

Saxegothaea conspicua Lindl.

34*a*. Mittlere Markstrahlzellen im Tangentialschnitt rund bis quer-oval. Tangentiale Markstrahlzellwände mit gewöhnlich 1 bis 4 gut ausgebildeten Verdickungsknoten (Abb. 11). Holzparenchym öfters in tangentialen Bändern angeordnet .... 35.

34*b*. Mittlere Markstrahlzellen im Tangentialschnitt mehr oder weniger gedehnt. Holzparenchym nicht in tangentialen Bändern angeordnet .... 36.

35*a*. Kreuzungsfeldtüpfel klein, mit öfters sehr undeutlichem oder kaum wahrnehmbarem Hof. Tangentiale Wände der Markstrahlzellen bilden öfters sehr scharfe Winkel mit den Querwänden und zeigen 4 bis 10 Verdickungsknoten. Markstrahlen häufig 2 oder 3 Zellreihen breit..... **Libocedrus decurrens** Torr.

35*b*. Kreuzungsfeldtüpfel grösser und immer mit deutlichem Hof (Abb. 11), es stehen aber nie mehr als zwei übereinander auf einem Felde. Markstrahlen ein oder zwei Zellreihen breit. Markkörper sehr klein, Zellen rechteckig, meistens in die Länge gedehnt und mit verdickten, stark getüpfelten Querwänden.
Juniperus L. p.p. u.a. **Juniperus oxycedrus** L.

36*a*. Quertracheiden fehlen. Tangentiale Markstrahlzellwände mit 1 bis 3 gut ausgebildeten Verdickungsknoten (Abb. 11). Niemals stehen mehr als zwei Tüpfel übereinander auf den Kreuzungsfeldern. Markstrahlen ein oder zwei Zellreihen breit. Markkörper sehr klein, Zellen rechteckig, meistens in die Länge gedehnt und mit verdickten, stark getüpfelten Querwänden. Sklerenchymzellen vorhanden oder fehlend......................... **Juniperus** L. p.p.

36*b*. Wie 36*a*, aber Quertracheiden vorhanden.
Juniperus communis var. **montana** Ait.

36*c*. Tangentiale Markstrahlzellwände mit 3 bis 5, viel weniger stark entwickelten Verdickungsknoten. Kreuzungsfeldtüpfel klein, öfters stehen 2 bis 5 übereinander auf den Feldern. Juniperustüpfelung bei weitem nicht so typisch ausgebildet wie bei 36*a* und *b*. Bei Diselma haben die Markstrahlzellen im Radialschnitt bisweilen pfeilförmige Gestalt. Markkörper wie bei 36*a*, Sklerenchymzellen fehlen aber immer. **Fitzroya cupressoides** Johnston, **Diselma Archeri** J. D. Hook.

37*a*. Auf den radialen Tracheidenwänden des alten Früh-

holzes stehen die Hoftüpfel in mehreren Reihen nebeneinander. Nie mehr als drei Kreuzungsfeldtüpfel pro Feld vorhanden. Hoftüpfel der radialen und tangentialen Wände der Holzparenchymzellen in Form und Stellung denen der Markstrahlzellwänden sehr ähnlich. Deutliche Sklerenchymzellen im Markkörper .... 38.

37*b*. Auf den radialen Tracheidenwänden stehen auch im alten Holze die Hoftüpfel nur in einer Reihe, höchstens

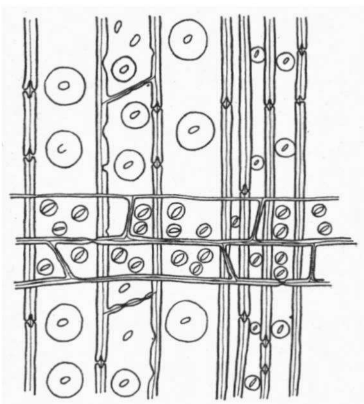


Abb. 15. Chamaecyparis nutkaensis Spach. Radialschnitt im Bereich einer Jahresgrenze. Glatte Markstrahlzellwände und nur mässig typische cupressoide Kreuzungsfeldtüpfelung. Holzparenchymzellen mit einfachen Tüpfeln und Hoftüpfeln.

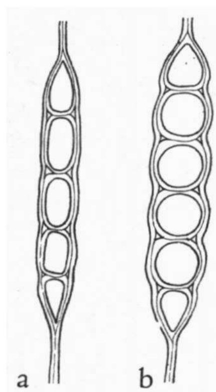


Abb. 16. *a*. Thuja occidentalis L. *b*. Chamaecyparis nutkaensis Spach. Markstrahlen im Tangentialschnitt. Die Tüpfelung ist nicht eingezeichnet.

in einer einzigen Tracheide in zwei Reihen nebeneinander. Radiale und tangentiale Wände der Holzparenchymzellen teils mit Hoftüpfeln, teils mit einfachen Tüpfeln (Abb. 15). Zellen des sehr kleinen Markkörpers rechteckig, meistens in die Länge gedehnt, mit verdickten, stark getüpfelten Querwänden. Deut-

liche Sklerenchymzellen fehlen. **Cupressineae, Cupressinoxylon** Gothan .... 39.

38*a*. Kreuzungsfeldtüpfel öfters schon in Stämmen von etwa 12 cm. Durchschnitt nahezu taxodioid (32*c* und Abb. 12). Im Spätholz stehen die Poren fast vertical. Im Markkörper erscheinen im Längsschnitte gegen den Rand hin niedere dickwandige Zellen mit vielen Tüpfeln. Zwischen diesen, stellenweise auch in der Mitte des Markkörpers vorkommenden Zellen, liegen kleine bis sehr grosse, sklerenchymatisch verdickte, unregelmässige, rundliche Zellen mit sehr grossem Lumen .... **Cryptomeria japonica** Don.

38*b*. Kreuzungsfeldtüpfel nur in einigen Markstrahlen aus dem alten Holze nahezu taxodioid (32*c* und Abb. 12), meistens typisch cupressoid (32*a* und Abb. 11), nur ausnahmsweise stehen mehr als drei zusammen auf einem Kreuzungsfelde. Markstrahlzellen im Tangentialschnitt rundlich bis quer-oval. Harzgänge und Quertracheiden können traumatisch vorhanden sein, öfters wird bei Trauma nur harzhaltiges Wundparenchym gebildet. Äussere Zellen des Markkörpers in die Länge gedehnt und dickwandig, in der Mitte findet sich eine Masse von dünnwandigen, runden bis ovalen Parenchymzellen, zwischen denen Reihen von schwach sklerenchymatisch verdickten Zellen vorkommen die im Querschnitt kettenartig miteinander verbunden sind. **Sequoia gigantea** Decaisne., **Cupressinoxylon wellingtonoides** Kräusel. (**Athrotaxis** Don.?)

39*a*. Mittlere Markstrahlzellen im Tangentialschnitt rund, bis quer-oval. (Abb. 16*b*) .... 40.

39*b*. Mittlere Markstrahlzellen im Tangentialschnitt immer in die Länge gedehnt (Abb. 16*a*), nur bei Thuja orientalis L. sind sie bisweilen ein wenig rundlich . 44.

40*a*. Über den Hoftüpfeln der radialen Tracheidenwände

erstreckt sich auf beiden Seiten der Poren ein Band, dieses ist ein Fortsatz der Tracheidenwand (Abb. 17) .... 41.

40*b*. Keine derartigen Querbänder über den Tracheidenhoftüpfeln.................................... 42.

41*a*. Auf den Kreuzungsfeldern stehen zusammengesetzte Hoftüpfel mit zwei Poren. **Callitris** Ventenat. p.p.

u.a. Callitris robusta R. Br., Callitris verrucosa R. Br., Callitris tuberculata R. Br., Callitris glauca R. Br., Callitris calcarata R. Br., Callitris gracilis Baker, Callitris Baileyi White.

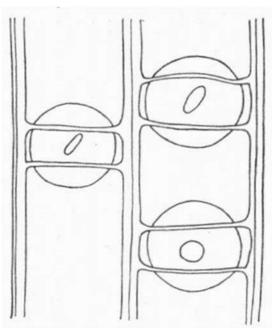


Abb. 17. Callitris robusta R. Br. Nach Patton (20). Tracheidenhoftüpfel mit Querbändern.

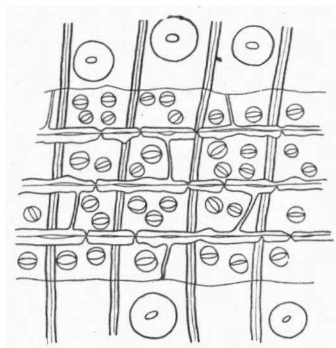


Abb. 18. Thuja occidentalis L. Radialschnitt durch das Frühholz. Typisch cupressoide Tüpfelung. Verdickte Markstrahlquerwände und sehr dünne tangentiale Markstrahlzellwände.

41*b*. Keine zusammengesetzten Hoftüpfel auf den Kreuzungsfeldern............. **Callitris** Ventenat. p.p.

u.a. Callitris arenosa A. Cunn., intratropica Benth.

42*a*. Auf den tangentialen Tracheidenwänden fehlen die Hoftüpfel oder sie sind nur bei ganz vereinzelten Tracheiden vorhanden .... 43.

42*b*. Auf den tangentialen Tracheidenwänden sind Hoftüpfel immer mehr oder weniger zahlreich vorhanden.

Markstrahlen ein oder mehrere Zellreihen breit, bei Libocedrus jedoch immer nur eine Zellreihe breit. Querwände der liegenden Markstrahlzellen öfters getüpfelt (Abb. 15). Die Poren der Kreuzungsfeldtüpfel zeigen meistens auch im Frühholz eine schräge Stellung. Querwände der Holzparenchymzellen bisweilen stark getüpfelt. **Cupressus L., Chamaecyparis** Spach., mit Ausnahme von Ch. thyoides Britt. **Libocedrus** Endl., mit Ausnahme von Libocedrus decurrens Torr. (**Taiwania cryptomeroides** Hayata?)

Die drei erstgenannten Gattungen zeigen bisweilen traumatische Quertracheiden. Bei gewissen Chamaecyparis-Arten, worunter Ch. nutkaënsis Spach. können auch normale Quertracheiden vorhanden sein.

43*a*. Kreuzungsfeldtüpfel sehr klein, zu 3 bis 4 übereinander auf den Feldern stehend. **Widdringtonia** Endl.

43*b*. Kreuzungsfeldtüpfel nicht so klein und typisch cupressoid (32*a* und Abb. 11). Callitris zeigt öfters normale Quertracheiden.

Actinostrobus Miq., **Callitris** Ventenat. p.p.

u.a. Callitris Mülleri Benth., — oblonga Rich., — Macleayana F. Müll., — rhomboidea R. Br., — tasmanica Baker.

44*a*. Querwände der Markstrahlzellen verdickt, meistens stark getüpfelt, tangentiale Wände drei oder vier Mal dünner, auffallend dünn, nahezu immer fast rechtwinkelig an den Querwänden angeheftet (Abb. 18), und in der Nähe des Cambiums typisch convex. 45.

44*b*. Querwände der Markstrahlzellen ebenso verdickt, aber schwach oder gar nicht getüpfelt, tangentiale Wände unter verschieden grössen Winkeln an die Querwände angeheftet. Kreuzungsfeldtüpfel bis 8 pro Feld, ihre Poren zeigen auch im Frühholz öfters eine ein wenig schräge Stellung. **Chamaecyparis thyoides** Britt.

45*a*. Markstrahlinterzellularen normal oder umgekehrt.

Tangentiale Wände der Markstrahlzellen öfters auf einem tieferen Niveau als normal an den Querwänden angeheftet. Im Tangentialschnitt zeigen alle Markstrahlzellen dieselbe Grösse .... 46.

45*b*. Markstrahlinterzellularen normal. Die Kreuzungsfeldtüpfel stehen meistens in zwei Stockwerken übereinander. Auf den Kreuzungsfeldern der äusseren liegenden Markstrahlzellen stehen gewöhnlich 4 bis 6 Tüpfel pro Feld, deren Poren auch im Spätholz meistens breit und horizontal sind. (Abb. 18). Im Tangentialschnitt zeigt ein Teil der Markstrahlen wechselweise eine grosse und eine kleine Zelle. Tangentiale Markstrahlzellwände bisweilen verdickt. Öfters normale Quertracheiden vorhanden............ 47.

46*a*. Markstrahlinterzellularen zum Teile umgekehrt. Tangentiale Wände der Markstrahlzellen nicht verdickt.
Thuja orientalis L.

46*b*. Markstrahlinterzellularen normal. Tangentiale Wände der Markstrahlzellen öfters stark verdickt.
Thujopsis Sieb. et Zucc.

47*a*. Querwände der Holzparenchymzellen nahezu glatt.
Thuja occidentalis L.

47*b*. Querwände der Holzparenchymzellen ziemlich stark verdickt. Tangentiale Wände der liegenden Markstrahlzellen öfters auf einem tieferen Niveau als normal an den Markstrahlquerwänden angeheftet.
Thuja gigantea Nutt., — **Standishii** Carr.

48*a*. Querwände der Holzparenchymzellen mit knotenförmigen Verdickungen (Abb. 19). Am besten sieht man diese Verdickungen im Tangentialschnitt. Markkörper mit oder ohne innere Markzellen, die im Querschnitt von radialen oder tangentialen Wänden in zwei oder vier Stücke geteilt werden. Wenn derartige Zellen fehlen, dann sind die Markzellwände dünn und die Zellen nicht sehr hoch.

Taxodium Rich, **Taxodioxylon Taxodii** Gothan. 49.

48*b*. Querwände der Holzparenchymzellen ohne knotenförmige Verdickungen. Die liegenden Markstrahlzellen zeigen ganz vereinzelt eine pfeilförmige Gestalt. Bisweilen sind traumatische Quertracheiden oder Harzgänge vorhanden oder es wird nur harzhaltiges Wundparenchym gebildet. Die Zellen des Markkörpers zeigen die, unter 48*a* beschriebene Teilung nicht. Die Dimensionen der Markzellen sind in longitudinaler Richtung gemessen, 2 bis 6 Mal grösser als in radialer Richtung. **Sequoia sempervirens** Endl., **Taxodioxylon sequoianum** Gothan.

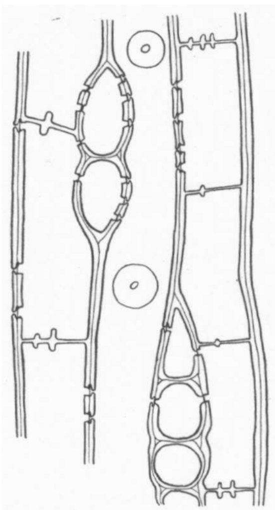


Abb. 19. Taxodium distichum Rich. Tangentialschnitt durch das Frühholz. Verdickungsknoten auf den Querwänden der Holzparenchymzellen.

49*a*. Äussere Zellen des Markkörpers dickwandig, innere dünnwandig. Im Querschnitt zeigen sie eine ganz charakteristische Teilung in zwei oder vier Stücke, die von radialen oder tangentialen Wänden erzeugt wird. **Taxodium distichum** Rich., **Taxodium ascendens** Brongniart.

49*b*. Keine derartige Teilung der Markzellen. Diese haben überall dünne Wände und sind im Radialschnitt öfters ein wenig breiter als hoch........... **Taxodium mucronatum** Tenore.

50*a*. Im jungen Holze Markstrahlzellen bisweilen aufgeblasen wie bei Ginkgo biloba L., und reine Eiporen nur in den äussersten Frühholztracheiden oder gar

nicht vorhanden. Älteres Holz nicht von dem von Glyptostrobus zu unterscheiden.

Cunninghamia R. Br.

50*b*. Im jungen Holze Markstrahlzellen nicht aufgeblasen, und Eiporen auch auf den Kreuzungsfeldern des Folgeholzes. Älteres Holz nicht von dem von Cunninghamia zu unterscheiden.

Einige Arten zeigen auf den Querwänden der Holzparenchymzellen knotenförmige Verdickungen, die genau wie bei Taxodium (Abb. 19) ausgebildet sind, nur sind sie ein wenig kleiner. Z.B. bei Glyptostroboxylon tenerum Conw.

Glyptostrobus pensilis K. Koch, **Glyptostroboxylon** Conwentz.

51*a*. Markkörper mit in die Länge gedehnten Sklerenchymzellen, die nur ausnahmsweise fehlen und sehr enge Tüpfelkanäle aufweisen, und mit langen rechteckigen Parenchymzellen mit einer grossen Anzahl von ein wenig schräg stehenden Tüpfeln. Die Sklerenchymzellen sind erheblich länger wie die Parenchymzellen. **Podocarpus** l'Hérit., **Dacrydium** Sol., **Podocarpoxylon** Gothan.

51*b*. Keine Sklerenchymzellen im Markkörper. Parenchymzellen nicht in die Länge gedehnt, gross und rund. 52.

Die Gültigkeit der oben angegebenen Unterscheidungsmerkmale ist so weit es die Gattungen Pherosphaera und Microcachrys angeht noch gar nicht, so weit es den anderen Gattungen anbelangt erst für eine geringe Zahl der Arten festgestellt worden.

52*a*. Kreuzungsfeldtüpfel typisch eiporig (Abb. 14). Meistens nur eine Pore pro Kreuzungsfeld. **Phyllocladus** Rich., **Microcachrys tetragona** Hook. fil. (Bei dieser Art fehlt öfters das Holzparenchym). **Pherosphaera** Archer., **Phyllocladoxylon** Gothan.

52*b*. Kreuzungsfeldtüpfel unregelmässig eiporig, meistens nur eine Pore pro Kreuzungsfeld. Holzparenchym

fehlt oder ist sehr spärlich vorhanden. Markzellen schmal, in die Länge gedehnt, mit Tüpfeln, die mit schräg stehenden Poren versehen sind. **Sciadopitys verticillata** Sieb. et Zucc. **Phyllocladoxylon** Gothan.

(Botanisches Museum und Herbarium der Reichsuniversität zu Utrecht. Jan. 1933).

Literaturverzeichnis.

1. Bailey, I. W., The structure of the wood of the Pineae. Bot. Gazette. Vol. 48. p. 47. 1909.
2. Baker, R. F. and Smith, H. G., A research on the Pines of Australia. Sydney 1910.
3. Beissner-Fitschen, Handbuch der Nadelholzkunde. Berlin 1930.
4. Bürgerstein, A., Zur Holzanatomie der Tanne, Fichte und Lärche. Ber. Deutsche Bot. Ges. Bd. 24. S. 295. 1906.
5. ———, Vergleichende Anatomie des Holzes. Wiesner Festschrift. S. 101. 1908.
6. Coster, Ch., De wandverdikking der mergstraaltracheiden. Mededeelingen 's Rijks hoogere Land-, tuin- en boschbouwschool Wageningen. D. 11. p. 133. 1917.
7. Eckhold, W., Die Hoftüpfel bei rezenten und fossilen Coniferen. Jahrb. d. K. Preuss. Geol. Landesanst. Bd. 42. S. 472. 1923.
8. Essner, B., Ueber den diagnostischen Werth der Anzahl und Höhe der Markstrahlen bei den Coniferen. Abh. d. Naturf. Ges. Halle. Bd. 16. S. 1. 1883.
9. Fujioka, M., Studien über den anatomischen Bau des Holzes der japanischen Nadelholzbäume. Journ. Coll. agric. Imp. Univ. Tokyo. Vol. 4. p. 201. 1913.
10. Gordon M., Ray tracheids in Sequoia sempervirens. The new phytologist. Vol. 11. p. 1. 1912.
11. Gothan, W., Zur Anatomie lebender und fossiler Gymnospermenhölzer. Abh. K. Preuss. Geol. Landesanstalt. N. F. H. 44. 1905.
12. Holden, R., Ray tracheids in the Coniferales. Bot. Gazette Vol. 55. p. 56. 1913.
13. Jeffrey, E. C., The anatomy of woody plants. Univ. Chicago Press. 1917.
14. Jones, W. S., Timbers. Oxford Clarendon Press. 1924.

15. Kanehira, R., Identification of the important Japanese woods. Taihoku 1921.
16. ———, Anat. characters and identification of Formosan woods. Taihoku 1921.
17. Kräusel, R., Die fossilen Koniferenhölzer. Palaeontographica Bd. 62. S. 185. 1919. Nachtrag in: Senckenbergiana Bd. 2. S. 198. 1920.
18. ———, Paläobotanische Notitzen VI. Senckenbergiana Bd. 3. S. 135. 1921.
19. Kubart, B., Einige Bemerkungen über den diagnostischen Wert des Markkörpers bei Koniferenhölzern. Ber. Deutsche Bot. Ges. Bd. 42. S. 273. 1924.
20. Patton, R. F., Anatomy of Australian Coniferous Timbers. Proc. R. Soc. Victoria. N. S. Vol. 40. p. 1. 1928.
21. Penhallow, D. P., Anatomy of the North-American Coniferales. American Naturalist Vol. 38. pp: 243, 331, 523, 691. 1904.
22. Pool, D. J. W., On the anatomy of the Araucarian wood. Rec. Trav. bot. néerl. Vol. 25. p. 485. 1928.
23. Prill, W. und Kräusel, R., Braunkohlenhölzer. Jahrb. d. K. Preuss. Geol. Landesanst. Bd. 38. T. 2. S. 191. 1920.
24. Steinböck, H., Über den anatomischen Bau des Markkörpers einiger Coniferen. Österr. Bot. Zeitschr. Bd. 75. S. 65. 1926.
25. Thompsson, W. P., Ray tracheids in Abies. Bot. Gazette. Vol. 58. p. 331. 1912.
26. Torrey, R. E., The comp. anatomy of Coniferales. Pt. 3. Mem. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 6. No 2. p. 39. 1923.
27. Tupper, W. W., Notes on Ginkgo biloba. Bot. Gazette. Vol. 51. p. 374. 1911.